№ 5 Warszawa, 25 maja 1937 r. Rok XV

TECHNIKA CIEPLNA

CZASOPISMO ZWIĄZKU STOWARZYSZEŃ DOZORU KOTŁÓW W POLSCE.

REDAKTOR: Inż. techn. JAN KOMARNICKI.
Wydawca: Związek Stowarzyszeń Dozoru Kotłów w Polsce.
REDAKCJA I ADMINISTRACJA: WARSZAWA, PIUSA XI, 32, m. 12. TEL. 8-81-47.
GODZINY BIUROWE ADMINISTRACJI — CODZIENNIE, OD 10 DO 15.

INŻ. DR WŁODZIMIERZ BURZYŃSKI, Prof. Politechniki Lwowskiej.

W SPRAWIE OBLICZENIA CIENKOŚCIENNYCH WALCZAKÓW NITOWANYCH.

(Por. Technika Cieplna, 1937, str. 55)

Możemy sprawę postawić np. w ten sposób: Szczegółowy zbiór wszystkich wartości x_k nie jest nam właściwie potrzebny. Istotną dla obliczenia szwu jest przede wszystkim wartość najmniejsza x. Opłaca się więc znaleźć zbiór prostszy, nie obarczony trudnościami omówionej natury, byleby najmniejszy jego wyraz był liczebnie równy x. Będziemy poszukiwać obecnie tego nowego zbioru wyrazów y_k dla $k > 1$; dla $k = 1$ możemy wprost przyjąć $y_1 = x_1$. Oczywiście nie wykluczamy przez to wypadku $x = x_1$; przeciwnie, zaznaczamy, że w ogóle nie wiemy do którego rzędu $k = j$ przynależy najmniejsza wartość $x = x_j$, a możliwość $j = 1$ dopuszczamy do konkurencji. Rozumujemy następująco: Gdyby wskaźnik szczególny $k = j$ był nam z góry znany, to sprawa nie przedstawiałaby w ogóle żadnych trudności; po prostu w równaniu (45) podstawilibyśmy $x_k = x_j = x$ czy na odwrót $x = x_j = x_k$, po czym rozwiązalibyśmy to równanie właśnie ze względu na x_j czy x. Tak jednakże nie jest. Przeprowadzone rozumowanie dowodzi tylko, że wstawiając zamiast x wielkość x_k wprawdzie przynajmniej dla jednego k utrzymany znak równości, na ogół jednak przez operację taką będziemy powiększać prawą stronę w porównaniu z lewą. Innymi słowy stwierdzamy, że w wyrażeniu

$$x_k \leqq \frac{t_k - d}{t_k} + x_k \cdot \frac{\sum_{l=0}^{k-1} n_l \cdot \tau_l^*}{n \tau_s}$$

znak równości spełni się zawsze dla $k = 1$, a ponadto dla pewnego $k = j$ dostarczającego najmniejszego współczynnika $x_k = x_j = x$. Tym wskaźnikiem może się w szczególności okazać właśnie liczba 1; jeśli równość wystąpi dla kilku k, to odnośne wartości najmniejsze będą między sobą równe.

Przystępując do rozwiązania powyższej nierówności zważyć musimy na wartość ułamka — czynnika przy x_k. Jeśli począwszy od pewnego $k = r^* + 1 \leqq r$ wartość ta jest większą od jedności, to najwidoczniej o znaku równości nie może być w ogóle mowy, albowiem z dwu dodatnich dodajników prawej strony już sam drugi jest większy od wyrazu na lewej stronie. Nawiązując do dyskusji podanej przy ocenie nierówności (29) widzimy, że w niepoprawnie wykonanych połączeniach najmniejszy współczynnik rzędowy nie przynależy według zakorzenionej w przepisach metody do rzędów zbędnych $k > r^*$ jakiekolwiekbądź usterki czy niedorzeczności konstrukcyjne miałyby tam miejsce. Należy rzecz dobrze zrozumieć: Już sama ewentualność (29) dowodzi — jak wykazaliśmy — błędności połączenia. Obecnie dodatkowo dowiadujemy się, że dopuściwszy jednak taką możliwość otrzymujemy ze strony metody urzędowej wolną rękę w tworzeniu w rzędach nadliczbowych dowolnych błędów konstrukcyjnych dalszych. Nie zareaguje ona na to w żaden sposób, bo będzie poszukiwać największego osłabienia uporczywie w rzędach $k \leqq r^*$. Na fakcie tym oprzemy niedługo krytykę, kompromitującą wzór (45) więc i identyczny z nim (40). Na razie podążamy zaznaczonym tokiem. Widzimy obecnie, że ciągu pomocniczego y_k należy szukać dla $k \leqq r^*$ to znaczy przy założeniu, że ułamek przy x_k jest właściwym. Oczywiście możemy mieć też na myśli w ogóle połączenia wykonane poprawnie, tj. takie, w których $r^* = r$ czyli w których dla wszelkich k spełnia się zastrzeżenie (28). Założywszy ten wypadek z dyskutowanej nierówności znajdujemy:

$$x_k \leqq y_k \quad \ldots\ldots \quad (46)$$

gdzie:

$$y_k = \frac{t_k - d}{t_k} \cdot \frac{n\tau_s}{n\tau_s - \sum_{l=0}^{k-1} n_l \tau_l^*} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (47)$$

Widzimy, że istotnie pomocniczy ciąg wyrazów y_k jest prostszy od poprzedniego, albowiem wyznaczenie go nie wymaga żadnych prób. Wyznaczymy stąd łatwo:

$$y = \min (y_k) = \min (x_k) = x \quad . \quad . \quad (48)$$

przy czym ważnym jest pamiętać, że równość (48) spełnia się dla wyrazów x_k, y_k przynależnych w obu ciągach do tego samego wskaźnika $k = j$. Gdy okaże się — co w praktyce często ma miejsce — przypadkiem $j = 1$, to oczywiście tylko dla tego wskaźnika możliwą jest równość $y_k = x_k$: Gdy będzie $j \neq 1$, to równość $y_k = x_k$ zachodzi dla $k = 1$ a nadto dla $k = j$, przy czym jednak $x_j < x_1$. Gdy kilka najmniejszych wartości y_k będzie między sobą równych, to z pewnością równą ilość takich samych najmniejszych wartości zawiera zbiór wyrazów x_k. Oczywiście zespół y_k nie ma tych pełnych walorów co zbiór x_k. Jeśli wykluczymy wartości y_1 i y_j, to dla pozostałych jest $\frac{\sigma_0}{y_k} < \sigma_k$, oczywiście przy założeniu, że x_k określa poprawnie wartość naprężenia σ_k. Ten brak zespołu y_k jest jednak drugorzędny, albowiem dla omawianych rzędów jest $\sigma_k < \sigma^*$ czyli sprawdzenie naprężeń jest tam zbędne.

Próbowaliśmy dotychczas czy drogą przekształcenia algebraicznego wzoru (40) nie uda się nam uzyskać postaci korzystniejszej, wolnej od przymusu iteracji w zastosowaniu. Gdy próba ta z rezultatem (45) zawiodła wprowadziliśmy zupełnie odmienny wzór (47), który z poprzednimi (40) czy (45) miał wspólną cechę (48). Nie od rzeczy będzie jeszcze spróbować czy drogą nieco ogólniejszych zmian nie można by tak stransformować wzoru (40) czy (45), by uniknąć jego na razie tylko przypuszczalnych błędów. Łatwo zauważyć, że wzór pomocniczy (47) byłby całkiem zbędny, gdyby w formule (45) w miejscu x figurowało x_k; wtedy bowiem nie mielibyśmy do czynienia z żadną nierównością. Również mniej podejrzanym stałby się wzór (45), gdyby tam w miejscu τ_l^* figurowało τ_l lub na odwrót zamiast τ_s wielkość τ_s^*. Ten pierwszy czy drugi rodzaj poprawki jest z powodu związku (27) obojętny. Ponieważ jednak przy przeróbce korzystaliśmy z relacji (44), przeto raczej spróbujemy wzór (40) zmodyfikować ustawiając w nim zamiast τ_l^* wartość τ_l. Łatwo wykazać, że chcąc po przeróbce w (45) znaleźć zamiast x wielkość x_k, musimy w (40) zamiast σ^* wstawić σ. Innymi słowy, przypuszczamy opierając się chwilowo o dość słabe przesłanki, że współczynnik rzędowy można w miejsce wzoru (40) korzystniej przedstawić w postaci:

$$z_k = \frac{t_k - d}{t_k} + \frac{d^2 \pi}{4 e \sigma_k} \cdot \sum_{l=0}^{k-1} \frac{m_l \tau_l}{t_l} \quad . \quad . \quad . \quad (49)$$

Oczywiście zastosowaliśmy dlań nowe oznaczenie z_k, bo różni się on wybitnie od dawnych x_k. Znaczenie jednak wielkości z_k pozostało analogiczne i wyraża się ono zastosowaniem:

$$\sigma_k = \frac{\sigma_0}{z_k} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (50)$$

$$e = \frac{S_0}{\sigma^* . z} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (51)$$

przy czym jak poprzednio też jest:

$$z = \min (z_k) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (52)$$

Oczywiście, że w tej postaci (49) nadaje się wzór (49) w jeszcze mniejszym stopniu do zużytkowania aniżeli wzór (40), albowiem obok niewiadomego e zawiera on również niewiadome σ_k i τ_l. Wobec tego zastosujemy analogiczną przeróbkę. Wiążąc (36) i (50) znajdziemy $e = \frac{S_0}{\sigma_k . z_k}$, a postępując jak niedawno otrzymamy:

$$\frac{d^2 \pi}{4} \cdot \frac{1}{e \sigma_k} \cdot \frac{m_l \tau_l}{t_l} = \frac{S_0 \, t}{n \tau_s} \cdot \frac{z_k}{S_0} \cdot \frac{n_l \tau_l}{t} = z_k \cdot \frac{n_l \tau_l}{n \tau_s}$$

Wstawiając ten rezultat w (49) otrzymamy analogicznie do (45) równanie:

$$z_k = \frac{t_k - d}{t_k} + z_k \cdot \frac{\sum_{l=0}^{k-1} n_l \tau_l}{n \tau_s}$$

z zawsze mniejszym od jedności ułamkiem przy z_k na prawej stronie. Z równania tego wynika:

$$z_k = \frac{t_k - d}{t_k} \cdot \frac{n\tau_s}{n\tau_s - \sum_{l=0}^{k-1} n_l \tau_l} \quad . \quad . \quad (53)$$

Rezultat (53) jest łudząco podobny do wzoru (47) z tą jednak różnicą, że y_k było dla x_k wartością pomocniczą, gdy tu formuły (49) i (53) są

dokładnie równowarte. Zważywszy na równość: $n\tau_s = \sum_{i=1}^{r} n_i\tau_i = \sum_{i=o}^{k-1} n_i\tau_i + \sum_{i=k}^{r} n_i\tau_i$ możemy wzór (53) skrócić do postaci:

$$z_k = \frac{t_k - d}{t_k} \cdot \frac{n\tau_s}{\sum_{i=k}^{r} n_i\tau_i} \quad . \; . \; . \; (54)$$

W przedstawionych tu wzorach na z_k wartości τ_i i τ_s występują w formie stosunku. Wykorzystując więc własność (27) możemy im nadać ostateczną postać dłuższą:

$$z_k = \frac{t_k - d}{t_k} \cdot \frac{n\tau_s^*}{n\tau_s^* - \sum_{i=o}^{k-1} n_i\tau_i^*} \quad . \; . \; . \; . \; (55)$$

lub racjonalniejszą krótszą:

$$z_k = \frac{t_k - d}{t_k} \cdot \frac{n\tau_s^*}{\sum_{i=k}^{r} n_i\tau_i^*} \quad . \; . \; . \; 56)$$

Postać (55) znalazła pomieszczenie w nowej redakcji polskich przepisów kotłowych.

Rezultat ostatnio osiągnięty jest niezwykle prosty; współczynnik z_k jest zależny jedynie od obrazu nitowego i zgóry danych wartości τ_k^*. Oczywiście przyznać musimy przynajmniej chwilowo, że przesłanki na jakich go oparliśmy są tak wątłe, iż wynik nie może budzić zaufania Możemy jednak już teraz zapewnić, że otrzymaliśmy wzór właściwy. Jeśli, uprzedzając wypadki, już teraz zdecydowaliśmy się go podać, to tylko dlatego, aby wyzyskując sposobność pokazać jak niedaleko znajdowali się autorzy wzoru (40) od formuły poprawnej. Możliwym jest nawet, że zdawali oni sobie sprawę z tego, że w miejsce σ^*, τ_i^* należało wstawić σ_k, τ_i; jeśli tego nie uczynili, to — przypuszczam — w przekonaniu, że wprowadzają celowe uproszczenie wzoru, co właśnie nie miało miejsca. Pragnę przy tej sposobności wspomnieć, że tego rodzaju błędy spotyka się w literaturze dość często. Winę stanowi prawie zawsze wadliwa koncepcja myślowa i ograniczona spostrzegawczość. W rozpatrywanym np. wypadku na pierwszy rzut oka mogło się wydawać, że wstawienie w miejsce danych wartości innych niewiadomych musi się rzecz komplikować; tymczasem było właśnie odwrotnie.

Zapominając o dotychczasowym będziemy się obecnie starali ustawić poprawny wzór dla współczynnika rzędowego zakładając znajomość wartości τ_k^* i stosując przy tym przyjęcie skupionego działania nitów. Nawiązując do znanego nam już sposobu znakowania przeciętne naprężenie ścianki w przekroju przez rząd otworów nitowych odróżniać będziemy pojedyńczym wskaźnikiem; naprężenie ścianki w przekroju między dwoma rzędami sąsiadującymi opatrywać będziemy wskaźnikiem podwójnym. Przechodząc w kierunku narastających wskaźników od przekroju między rzędami do najbliższego przekroju przez otwory znajdujemy związek:

$$e\,(t_k - d_k)\,\sigma_k = e\,t_k\,\sigma_{k-1,\,k} \quad . \; . \; . \; (57)$$

Przechodząc zaś w tymże kierunku od przekroju przez otwory do przekroju międzyrzędowego znajdujemy z powodu zaznaczonej roli nitów równość:

$$e\,t_k\,\sigma_{k,\,k+1} = e\,(t_k - d_k)\,\sigma_k - m_k \frac{d_k^2\,\pi}{4}\,\tau_k \quad . \; . \; . \; . \; (58)$$

przy czym w wypadku $m_k = 2$ rozumiemy pod τ_k średnią (7). Równania (57) i (58) ważne są dla wszelkich k, przy czym z uwagi na wyjaśnienia podane już na wstępie notatki jest:

$$\sigma_{0,\,1} = \sigma_0 \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; (59)$$

Widoczna nierówność $\sigma_k > \sigma_{k-1,\,k} > \sigma_{k,\,k+1}$ dozwala nam ograniczyć zagadnienie do wyznaczenia tylko wielkości typu σ_k. Dla dalszych operacji celowym jest utworzyć z relacji (5), (36) i uznanej przez nas również samo przez się zrozumiałej (44) związek:

$$\frac{\pi}{4\,e} \cdot \frac{m_k}{t_k} = \sigma_0 \cdot \frac{n_k}{n\,\tau_s\,d^2} \quad . \; . \; . \; (60)$$

przy czym z uwagi na wyjaśnienia podane przy definicji (8) nic nie stoi na przeszkodzie, byśmy wielkości d nie mogli nadać znanego ogólniejszego znaczenia.

Rachunek dalszy przedstawia się następująco: Dodajmy stronami równania (57) i (58), uzyskane nowe równanie:

$$e\,t_k\,\sigma_{k,\,k+1} = e\,t_k\,\sigma_{k-1,\,k} - m_k \frac{d_k^2\,\pi}{4}\,\tau_k$$

podzielmy przez $e\,t_k$ obustronnie i w drugim dodajniku prawej strony zastosujemy przekształcenie (60). Z powodu szczególnie rekursywnej budowy tak otrzymanego równania:

$$\sigma_{k,\,k+1} = \sigma_{k-1,\,k} - \sigma_0 \cdot \frac{n_k\,\tau_k\,d_k^2}{n\,\tau_s\,d^2}$$

możemy je bardzo łatwo przekształcić do formy stosowniejszej. W tym celu zmieńmy powyżej wskaźnik k na i, po czym zastosuj-

my stronami operację sumowania od $i = 1$ do $i = k$ pamiętając przy tym o założeniu (59). Otrzymamy w tej chwili równanie korzystniejsze:

$$\sigma_{k,\,k+1} = \sigma_0 - \sigma_0 \cdot \frac{\sum\limits_{i=1}^{k} n_i \tau_i d_i^2}{n \tau_s d^2} \quad . \; . \; . \quad (61)$$

Możemy mimochodem stwierdzić słuszność dotychczasowego wywodu wstawiając w (61) $k = r$. Z uwagi na związek (8) znajdziemy zaraz:

$$\sigma_{r,\,r+1} = 0 \quad . \; . \; . \; . \; . \quad (62)$$

Zatem w przekroju za ostatnim rzędem nitów naprężenie ścianki wynosi zero. Nie ulega wątpliwości, że wynik ten jest całkowicie słusznym albowiem właśnie przez ostatni rząd nitów przerzuciła się reszta obciążenia ścianki już w całości na łubki.

Po tym wtrąceniu przejdziemy do interesujących nas przede wszystkim naprężeń σ_k. W tym celu przesuniemy w rezultacie (61) w wyrazach zmiennych wskaźniki o 1 wstecz, tak że na lewej stronie znajdzie się $\sigma_{k-1,\,k}$ a na prawej $\sum\limits_{i=0}^{k-1}$ i zastosujemy związek (57). Znajdziemy w ten sposób z uwagi na równość $\sum\limits_{0}^{k-1} = \sum\limits_{1}^{r} - \sum\limits_{k}^{r}$ rezultat:

$$\sigma_k = \sigma_0 \cdot \frac{t_k}{t_k - d_k} \cdot \frac{\sum\limits_{i=k}^{r} n_i \tau_i d_i}{n \tau_s d^2} \quad . \; . \; . \quad (63)$$

Formułę (63) możemy też krótko napisać w postaci (50), zawierającej rzędowy współczynnik szwu:

$$z_k = \frac{t_k - d_k}{t_k} \cdot \frac{n \tau_s d^2}{\sum\limits_{i=k}^{r} n_i \tau_i d_i^2} \quad . \; . \; . \; . \; . \quad (64)$$

Powyższy wzór jest wprawdzie wyrazem panujących w danej chwili stosunków w szwie nitowym, jednak nie musimy go uważać za rezultat ostateczny. Możemy jeszcze podać formułę równoznaczną, lecz nadającą się do bezpośredniego rachunku. Uwzględniwszy w tym celu w rozwiązaniu (64) zależność (27) z dostosowaną do warunków zmianą wskaźnika k na i znajdziemy korzystniejszą postać rozwiązania, a to:

$$z_k = \frac{t_k - d_k}{t_k} \cdot \frac{n \tau_s^* d^2}{\sum\limits_{i=k}^{r} n_i \tau_i^* d_i^2} \quad . \; . \; . \; . \; . \quad (65)$$

Tę budowę formuły (65) obraliśmy jednak też jeszcze z konieczności, a mianowicie dlatego, że przepisy narzucają operację naprężeniami zastępczymi dopuszczalnymi τ_k^*. Gdyby tak nie było to dla z_k użylibyśmy formy jeszcze prostszej. Dzieląc mianowicie w (64) i (65) licznik i mianownik drugiego ułamka — czynnika znaleźlibyśmy według związków (22) czy (26) w mianownikach sumę dodajników φ_k w podanych granicach sumowania.

Według zestawienia (16) dla odnośnej sumy mamy przeto oznaczenie $\psi_{k-1,\,k}$. Ostatecznie więc najprostszy wzór dla współczynnika rzędowego mógłby brzmieć:

$$z_k = \frac{t_k - d_k}{t_k} \cdot \frac{1}{\psi_{k-1,\,k}} \quad . \; . \; . \quad (66)$$

Porównując go z otrzymanym wcześniej (18) znajdujemy drobną różnicę. Z powodu nierówności $\psi_{k-1,\,k} > \psi_k$ jest obecne z_k mniejsze od poprzedniego. Wyjaśnienie tej różnicy niedawno podaliśmy; wynika ona z odmiennego potraktowania obecnie działania nitów.

W przypadku wspólnej średnicy nitów upraszcza się wynik (65) do postaci (56) znalezionej z korekty domniemanych usterek wzoru urzędowego (40). Tym samym zweryfikowaliśmy nasze przypuszczenia. Formuła (40) byłaby poprawną gdyby w miejsce σ^* zawierała σ_k, a w miejsce τ_i^* wielkość τ_i. Oczywiście nie wiemy jeszcze jak wielkie błędy zawiera zalecenie (40). O tym będziemy mówić osobno. Na razie wykańczając nasz wywód zażądamy, by naprężenie σ_k nigdzie nie przekroczyło wartości bezpiecznej σ^*. Z warunku tego:

$$\frac{\sigma_0}{z_k} \leq \sigma^*$$

przekształconego wzorem (36) wynika dla grubości ścianki żądanie:

$$e \geq \frac{S_0}{\sigma^* . z_k}$$

które prowadzi do wzoru (51) czyli po uwzględnieniu definicji (34) do rezultatu końcowego:

$$g = \frac{S_0}{\sigma^* . z} + e_0 \quad . \; . \; . \quad (67)$$

identycznego zewnętrznie z przepisem (37), lecz różniącego się wartością miarodajnego współczynnika rzędowego najmniejszego, określonego przez (52).

Warto się wobec tego z kolei rzeczy zastanowić nad stosunkiem tych konkurencyjnych wartości x_k i z_k. Z powodu różnej budowy x_k i z_k bezpośrednie ich porównanie nie jest możliwe. Pośrednio możemy rzecz załatwić wciągając do dyskusji wielkość y_k. To był też dodatkowy powód, dla którego tę

pomocniczą wartość wprowadziliśmy. Podobieństwo budowy y_k i z_k np. w redakcjach (47) i (53) czy (55) jest uderzające. W wypadku $\tau_s = \tau_s^*$ jest wprost $y_k = z_k$. Ponieważ na ogół jednak $\tau_s \leqq \tau_s^*$, przeto najwidoczniej mamy:

$$y_k \geqq z_k \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (68)$$

przy czym znak równości może wystąpić tylko dla $k = 1$. Ponieważ zachodzi tu związek (46) z znakiem równości dla $k = 1$ tudzież $k_k = j \geq 1$, przeto między x_k a z_k zachodzić mogą zależnie od warunków rozmaite stosunki. Do interesujących nas przede wszystkim zaliczyć trzeba znak nierówności między x a z. Rozpatrzmy w tym celu warunki w rzędzie j, to znaczy w rzędzie równocześnie najmniejszych x_k i y_k, ale — podkreślmy to — niekoniecznie tym samym najmniejszego z_k. Gdy $j = 1$ jest $y_1 = z_1$ nadto $y_1 = x_1$ czyli dla $j = 1$ mamy $z_j = x_j$. Gdy $j > 1$ to wprawdzie $y_j > x_j$, ale $y_j > z_j$ czyli wtedy jest $z_j < x_j$. W rezultacie przeto jest:

$$z_j \leq x_j = \min (x_k) = x \quad . \; . \; . \quad (69)$$

z uwagą, że znak równości przynależy ewentualności $j = 1$. Ten niepomyślny z punktu widzenia bezpieczeństwa ścianki dla teorji x_k rezultat możemy jeszcze wzmocnić. Nie stwierdziliśmy bowiem jeszcze, że z_j jest jak x_j też najmniejszym współczynnikiem z_k. Przeciwnie, w zbiorze wartości z_k może istnieć wartość z_k mniejsza od z_j w rzędzie $k \neq j$. Konkludując mamy ostatecznie:

$$z = \min (z_k) \leq \min (x_k) = x \quad . \; . \; . \quad (70)$$

przy czym znak równości może się spełnić tylko dla $k = 1$ i to wtedy, gdy z_1 jest najmniejszą wartością zbioru wyrazów z_k. Dla wyrazistości jeszcze raz podkreślamy że z równości $x_1 = z_1$ nie można niczego wnosić o z, nawet gdy x_1 jest najmniejszą wartością zbioru wyrazów x_k. Przeto — co jest szczególnie znamiennym — nowa metoda obliczenia różni się od starej nie tylko mniejszą wartością decydującego współczynnika rzędowego, ale też tym iż współczynnik ten przydziela innemu rzędowi. Jedyny wyjątek stanowi wypadek $z = z_1$; wtedy jest też $x = x_1$ a nadto $z = x$, ale nie na odwrót; gdy $x = x_1$ jest ogólnie rzecz biorąc $z < z_1$, a więc i $z < x$.

Wzór na z_k zrazu w formie (53) a potem w równowartej postaci (55) zaproponowałem do nowej redakcji polskich przepisów kotłowych. Spotkał się on ze zrozumieniem ogółu członków odnośnej komisji P. K. N jak i innych stron zainteresowanych w pracach komisji. Muszę objektywnie przyznać, że znaleźli się jednak także oponenci, którzy — szczególnie w korespondencji skierowanej do prezydium wystawiali mej propozycji niezbyt pochlebną opinję i doradzali zatrzymać w przepisach stan dotychczasowy rozmaicie to argumentując. Oczywiście nie ma celu walczyć z argumentem tradycji czy też obcokrajowego pochodzenia starego wzoru; sądzę, że nie musimy, kierując się kurtuazją w stosunkach, popełniać obce błędy. Niemniej jednak, ponieważ spotkałem się z zarzutami bardziej rzeczowymi, uważałem za stosowne napisać tę notatkę i tym samym sprawę zakończyć względnie — jak kto woli rozpocząć, bo tematów do dyskusji wysuwam dość dużo. Po tym wyjaśnieniu nie pozostaje mi już nic innego jak wykorzystać dotychczasowy wywód i położyć gruntownie importowaną metodę wraz z jej zwolennikami i ich argumentami.

Ilekroć zamierzamy przeprowadzić krytykę czy tylko dyskusję jakiejś teorii, zasady czy metody obrać możemy rozmaitą drogę. Najprościej i najpoprawniej jest wykazać błędność lub niepewność założeń wstępnych tej teorii. Tej drogi nie możemy tu obrać, bo nie staraliśmy się wogóle poznać skąd się wzór (40) wywodzi. Nieco pracowiciej wygląda sposób następny. Tutaj należy znaleźć rozwiązanie zagadnienia samemu i stwierdzić ewentualną niezgodność z rozwiązaniem poprzednim. Drogę tą właśnie obraliśmy i doprowadziliśmy konsekwentnie do końca dowodząc różnicy między z i x. Moglibyśmy więc na tym skończyć, gdyby nie wspomniane argumenty a w tej chwili szczególnie jeden. Otóż na podstawie rozwiązanych obiema metodami przykładów szczególnych doszli niektórzy z badających do przekonania, że różnice tak są małe, iż po prostu nie opłaca się wprowadzać jakieś inowacje. Argument jest — rzecz jasna — krótkowzroczny gdyż nie opiera się dyskusji na przykładach liczebnych, gdy ma się możność ogólnego potraktowania sprawy. Chcąc zaś ugruntować egzystencję jakiegoś wzoru praktycznego nie szuka się wypadków, w których daje on błąd mały i unika tych, w których błąd jest duży, lecz postępuje właśnie odwrotnie. Gdy metoda okaże się złą w wypadkach skrajnych, to tracimy do niej zaufanie i we wszelkich wypadkach pośrednich i to tym bardziej gdy w zapasie mamy metodę inną wolną od tych usterek. Właśnie na takim wglądzie w cały szereg oddzielnych, ogólnie ujętych szczegółów polega trzeci sposób badania. Chcemy ten sposób podjąć obecnie. Wykażemy cały szereg usterek metody starej i przy tej sposobności załatwimy nieprzyjazną dla nowej argumentację.

Stwierdzono z pewnej strony, że propozycja moja jest mniej wygodną w użyciu od starej. Sądzę, że to jakieś nieporozumienie lub przeoczenie. Przypominam, że budowa wzoru dla z_k pozwala użyć dla σ_k równie dobrze zastosowanej tu z konieczności postaci

ilorazowej jak też lepszej iloczynowej. Tej zalety wzór x_k nie posiada. Ten małoznaczący drobiazg wyszczególniamy tu tylko dla zupełności. Przypominam dalej — co jest bardzo ważne — że po przyjęciu obrazu nitowego formułka z_k nie wymaga żadnych uciążliwych prób rachunkowych i prowadzi szybko do celu. Tej istotnej zalety nie posiada formuła x_k, chyba że rezygnując z jej usług zastosujemy wzór pomocniczy y_k; wtedy jednak rezygnujemy też z wyczerpującego przedstawienia stanu napięcia ścianki walczaka. Nie bez znaczenia jest też fakt, że wzór nowy operuje mniejszym pod względem ilości i typu zespołem wielkości rozrachunkowych niż stary. Okoliczność ta wpływa na łatwe go sobie zapamiętanie. Wystarczy zauważyć, że jednym czynnikiem wzoru z_k jest względne osłabienie ścianki otworem, a drugim względna reszta udźwigu nitowego pozostała jeszcze do przerzucenia na łubki. Widzimy więc, że argument omawianej natury mógłby co najwyżej wyjść od kogoś przyzwyczajonego tylko do sprawdzania gotowego już połączenia; wtedy bowiem rzecz redukuje się do zwyczajnego podstawiania i wykonania naznaczonych działań, które i tak są prostsze w nowej propozycji.

Już raczej zgodziłbym się na również wysunięty argument, że formuła z_k jest podejrzanie za prosta. Wyobrażam sobie przerażenie podnoszącego ten zarzut, gdyby się dowiedział — czego na komisji nie dowodziłem — że formuła ta jest jeszcze prostszą aniżeli się wydaje. Z pozoru bowiem sądząc zależy z_k od stosunku wymiarów liniowych $\frac{t_k}{t}$, $\frac{d_k}{d}$, ilości przekrojów $\frac{n_k}{n}$ i jednoczesnych wartości naprężeń zastępczych $\frac{\tau_k}{\tau_s} = \frac{\tau_k^*}{\tau_s^*}$. Tymczasem wiemy, że tak znaczną ilość zależności narzucają nam — miejmy nadzieję że tylko do czasu — przepisy urzędowe. W istocie zaś zależy z_k tylko od dwóch stosunków, a to od $\alpha_k = \frac{t_k}{d_k}$ i $\varphi_k = \frac{n_k}{n} \frac{\tau_k}{\tau_s} \frac{d_k^2}{d^2}$. Pozorami wynikłymi z powierzchownych oględzin wzoru nie wolno się kierować. Do czegóż to bowiem doprowadziło w dyskutowanym obecnie wypadku właściciela powyższego argumentu? Oto do kategorycznego twierdzenia, że wzór mój nie uwzględnia zupełnie bezpieczeństwa ścianki tj. naprężeń normalnych w niej istniejących. Wiemy, że jest to twierdzenie gołosłowne. Pisząc rezultat (63) w postaci (50), nadajemy chwilowo wartości z_k w formie (64) czy (65) czy wreszcie (66) znaczenie skrótu matematycznego o znaczeniu wynikającym z istoty wzoru (50). Żądając jednak dalej nierówności $\frac{\sigma_0}{z_k} \leq \sigma^*$ daliśmy właśnie wyraz naszej trosce o ściankę, co nas doprowadziło do rezultatu (67) z określeniem (52), nadającym zbiorowi wyrazów z_k pełnego znaczenia. Ciekawe — o co właściwie mieliśmy się troszczyć, gdy przepisy niedwuznacznie załatwiły sprawę nitów; tylko ścianka nam jeszcze pozostawała, bo trzeciego elementu — pomijam tu łubki — nie było.

Uderzające spostrzeżenie uczyniła tu jedna z stron zainteresowanych. Skonstatowała, że w nowej metodzie obliczenia szwu można przy stałym obciążeniu S_0 i stałym obrazie nitowym uzyskać zmniejszenie grubości ścianki przez zmniejszenie średnicy nitów d czyli przez zwiększenie wielkości τ_s do wartości możliwie bliskiej τ_s^*. Fakt ten uznano za poważny zarzut przeciwko metodzie z_k wobec uznanego oddawna zapatrywania, że stosowanie zbyt cienkich nitów pogarsza warunki szczelności walczaka. Ten nieostrożnie wysunięty argument odsłania tajemnicę oryginalnego sposobu projektowania połączeń nitowych przez niektóre wytwórnie. Sprawą tą zajmiemy się za chwilę szczegółowo; tutaj tylko dodamy, że sposób ten polega na rozmyślnym niewyzyskiwaniu naprężeń dopuszczalnych τ_k^* a więc też τ_s^*. Odpowiedzieć możemy następująco: gdy τ_s jest wybitnie mniejsze od τ_s^*, to nie należy się upierać przy obranym obrazie nitowym, lecz unikając kwestionowanych małych średnic d zastosować inny obraz nitowy o mniejszej ilości n przekrojów nośnych. Przepisy obowiązujące jak i praktyka odnośna ustaliły takie wartości τ_s^* i do każdej grubości blachy dobrały taki przedział średnicy nita, że wytrzymałość i szczelność szwu są zagwarantowane. Nie ma więc żadnych powodów do tego, by obrawszy d z owego przedziału stosowano τ_s wybitnie mniejsze od τ_s^*. Pocóż właściwie przedstawiciele odnośnych resortów żądają dopuszczenia dużych wartości τ_k^*, a później stosują w swych wyrobach małe τ_s a więc również małe τ_k? Czyżby widzieli błędy metody x_k i je świadomie wyzyskiwali?

Poza tym zaś ma autor zarzutu słuszność oczywiście tak rozumianą, że w zachowaniu się wzoru z_k jest pożądanym, aby przepisy stosujące tę metodę wyraźnie uzależniły średnicę nitów d od grubości ścianki e czy g. Samo zachowanie się zaś formuły z_k jest najzupełniej poprawne; z ubytkiem d czyli z wzrostem τ_s rosną z_k czyli maleje e — jak być powinno. Zarzutu z takiego zachowania się wzoru dla z_k w ogóle nie rozumiem. Czy autor zarzutu chciał przez swą enuncjację powiedzieć, iż życzy sobie, by z wrostem d np. do t_k malała grubość ścianki do zera? Po cóż w ogóle czy to w wzorze starym czy nowym tkwi wyraz $\frac{t_k - d}{t_k}$? Sądzę, że tego rodzaju zachowanie metody z_k jest jej zaletą a nie wadą. W ten bowiem sposób spełniamy marzenie każdego konstruktora — pozwalamy

mu prostą i naturalną drogą wyczerpać na prężenie do dopuszczalnych granic. Po to właśnie przepisy oddają mu do dyspozycji wzór na współczynnik rzędowy, by zgodnie z swym zadaniem konstruktorskim lawirując między najrozmaitszymi ograniczeniami i często wzajemnie się wykluczającymi warunkami wybrał rozwiązanie najlepsze, najprostsze i najtańsze.

Nie należy wywoływać wilka z lasu. Spróbujemy z tego punktu widzenia przyjrzeć się obu metodom. Niech w pewnym rozwiązaniu będzie $d = d'$, $e = e'$, $\tau_s = \tau_s'$, $z = z'$, a w drugim $d = d'' < d'$, $e = e''$, $\tau_s = \tau_s'' > \tau_s'$, $z = z''$ przy stałym S_0 i stałym obrazie nitowym. Możemy sobie wyobrazić, że τ_s'' jest liczebnie bliskie τ_s^*, natomiast τ_s' jest od τ_s^* wyraźnie mniejsze. Z praktyki wiemy, że w poprawnych połączeniach waha się τ_s w granicy od 0,75 τ_s^* do 0.95 τ_s^*. Przyjmijmy na podstawie tej oceny średnio $\tau_s' = 0.85\ \tau_s''$. Z równości $\frac{\tau_s'}{\tau_s''} = \left(\frac{d''}{d'}\right)^2$ znajdujemy $\frac{d''}{d'} = \sqrt{0.85} = 0.922$ W dyskutowanych warunkach możemy więc zamiast średnicy np. $d' = 25$ mm z korzyścią przyjąć $d'' = 23$ mm. Ta zmiana leży zapewne w granicach stosowanego przedziału d dla danej grubości e; nie wiem czy można się tu dopatrywać czegoś niebywałego. Wobec zatrzymania obrazu nitowego, w stosunku $\frac{z''}{z'}$ uproszczą się czynniki stojące na drugim miejscu i pozostaje $\frac{z''}{z'} = \frac{t_k - d''}{t_k - d'}$ przy czym k jest wskaźnikiem rzędu o własności $z_k = z$. Chcąc po myśli alarmów krytyki otrzymać możliwie duży wykładnik tego stosunku musimy przyjąć możliwie małe t_k. Zrobimy to mimo, że do rzędu najmniejszego z_k z reguły nie należy zbyt małe t_k i założymy $t_k = 3\ d'$.

Wobec tego mamy: $\frac{z''}{z'} = \frac{3 - 0.922}{3 - 1.000} = 1.039$

Ale $\frac{z''}{z'} = \frac{e'}{e''}$; zatem znajdziemy $\frac{e''}{e'} = \frac{1}{1.039}$

W zarobku zyskujemy więc 4% na grubości ścianki; nie jest to wcale tak dużo, bo tyle właśnie wynosi tolerancja grubości blach kotłowych. Warto sobie przy tej sposobności zapamiętać o praktycznym efekcie naszego rachunku: Względne zmiany w kalibrze średnic nitowych wywołują w naszym rozwiązaniu o połowę mniejsze względne zmiany w grubości ścianki. Wszelkie alarmy są tu zbędne. Odwrotnie należy w granicach możliwości wyzyskać zawsze to proste zachowanie się metody z_k np. przy sposobności obliczania naprężeń normalnych ścianki Gdy np. wypadnie w jakimś obliczeniu $e' = 10.3$ mm to zamiast trwać przy nitach $d' = 16$ mm i zaokrąglać z konieczności e' do wartości 10 5 mm, możemy przyjąć $d'' = 15$ mm i uzyskać $e'' = 10$ mm bez potrzeby irytującego zaokrąglania w górę — oczywiście tu przy założeniu, że τ_s' nie jest wyższe od 0.9 τ_s''.

Powyższy rachunek przedstawia się w metodzie x_k równie prosto tylko wtedy gdy najmniejszy współczynnik x przynależy do rzędu pierwszego. Rezultaty są wtedy identyczne z przed chwilą znalezionymi i mimo tego nie zatrwożyły one autora zarzutu. Gdy jednak x przynależy do jednego z dalszych rzędów sprawa komplikuje się i — co gorsza — prowadzi do wyników niedorzecznych. Przyjrzyjmy się temu samemu przykładowi. Operowanie bezpośrednio stosunkiem $\frac{x''}{x'}$ jest tu niemożliwe, gdyż x zawiera już niewiadomą e. Ponieważ jednak $x = y$ przeto rozpatrzymy

$$\text{stosunek } \frac{y''}{y'} = \frac{t_k - d''}{t_k - d'} \cdot \frac{n\tau_s''}{n\tau_s'} \cdot \frac{n\tau_s' - \sum_{l=o}^{k-1} n_l\ \tau_l^*}{n\tau_s'' - \sum_{l=o}^{k-1} n_l\ \tau_l^*}$$

Przy tych samych wartościach liczebnych i skrócie $\eta = \frac{\sum_{l=o}^{k-1} n_l \tau_l^*}{n\tau_s''}$ mamy $\frac{y''}{y'} = \frac{1.039}{0.85} \cdot$ $\cdot\ \frac{0.85 - \eta}{1.00 - \eta}$ gdzie z powodu założenia poprawnie wykonanego połączenia jest $\eta < 1$. Gdy wskaźnikiem rzędu najbardziej osłabionego jest $j = 1$, to wtedy jest $\eta = 0$ a więc $\frac{y''}{y'} = 1.039$ jak zapowiedziano. Gdy zaś jest $j > 1$, to wtedy jest $\eta > 0$; ponieważ w połączeniu poprawnym przekrój niebezpieczny ścianki nie znajduje się zbyt blisko końca połączenia, przeto wartości $\eta > 0.6$ są raczej wykluczone. Kładąc kolejno $\eta = 0.2, 0.4, 0.6$ znajdujemy $\frac{y''}{y'} = 0.993, 0.917, 0.764$ Konstatujemy więc zamiast ubytku przyrost grubości ścianki o 1%, 9%, 31% w porównaniu z stanem pierwotnym e'. Rezultaty te nasuwają nam pewne podejrzenie. Czy też argument opozycji nie obraca się niestety właśnie przeciwko jej pupilowi x_k? Pewnym jest że metoda ta przykłada odmienną miarę do osłabienia ścianki w pierwszym rzędzie a odmienną do takiego samego — bo przy tym samym w naszym przykładzie odstępie t_k — osłabienia w rzędach dalszych. Z naszego punktu widzenia wygląda to tak, jak gdyby tylko pierwszy rząd traktowany był pieczołowicie a następne lekceważąco. Proszę bowiem przy badaniu sensu ostatniego zdania nie zapominać, że możemy w tej chwili stosunki odwrócić. Okaże się, że w myśl tej metody nadmierne zwiększenie średnicy nitów jest

niebezpieczne tylko w rzędzie pierwszym; w następnych jest to efekt niezmiernie korzystny, bo pozwalający wydatnie zmniejszyć grubość ścianki walczaka. Tę wadę — czy jak inni chcą — zaletę metody x_k jeszcze wykorzystamy.

Nawet wśród zwolenników wzoru x_k istnieje pewien rozdźwięk co do zakresu stosowalności tego wzoru jeśli chodzi o rozmaite typy połączeń i ich elementów. Zbadamy tę sprawę najpierw od strony nowej metody. Stosuje się ona — jak o tym była już mowa — do wszelkich rodzajów szwów. Bardzo łatwo można ją zastosować do sprawdzenia naprężeń w przykładkach. Wykonując przekrój międzyrzędowy przez połączenie znajdziemy przy użyciu wzoru (57) naprężenie ścianki a to: $\sigma_{k-1,\,k} = \sigma_k \cdot \frac{t_k - d_k}{t_k}$; ponieważ zaś całkowity naciąg połączenia jest nam znany, przeto łatwo stąd obliczyć przeciętne naprężenie łubek $\frac{1}{2}\left(\sigma'_{k-1,\,k} + \sigma''_{k-1,\,k}\right)$ w przekroju międzyrzędowym. Naprężenie w przekroju przez otwowypadek $t_k = t = \text{const.}$ nadto $\tau_s = \tau_s^*$. Wtedy przy x^2 mamy iloczyn dwóch dodatnich liczb, których suma wynosi — z tytułu równości $\sum_{l=o}^{r-k+1} = \sum_{l=k}^{r}$ — jedność; ten iloczyn musi być bezwarunkowo mniejszy od jedności. Lecz na prawej stronie mamy obecnie $\left(\frac{t-d}{t}\right)^2$. Aby więc warunek mógł się spełnić musiałoby x być większym od $\frac{t-d}{t}$; to jednak jest niemożliwym, gdyż w założonych warunkach jest właśnie $x = \frac{t-d}{t}$.

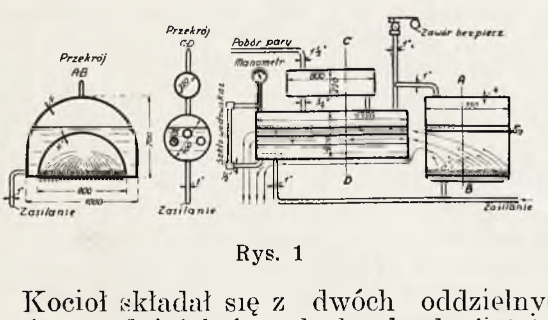
Nie ma celu rozwodzić się dłużej nad tą sprawą. Stwierdziliśmy, że metoda x_k nie może być stosowaną do połączeń na zakładkę. Byłby to drobiazg gdyby w zapasie przygotowano dodatkową jakąś formułę np. ξ_k. Nie zrobiono tego, gdyż pierwotnie spodziewano się, że wzór x_k obejmuje połączenia wszelkiego typu. Zamiast z biegiem czasu ograniczać zakres jego zastosowania — jak to niektórzy zrobili — należało przeprowadzić generalną rewizję. Bo czymże ostatecznie różni się szew z jedną przykładką od połączenia zakładkowego; w zasadzie — pomijając intymniejsze szczegóły — tym, że grubość przykładki jest większą od grubości ścianki. A czyż z dwóch połączeń jednołubkowych teoretycznie tak trudno przejść do jednego dwułubkowego; oczywiście nie. Rewizja przeto była wskazaną. Nie można bowiem liczyć na to, że wchodzący w grę przy innego rodzaju szwach wykładnik ε tak zakłóci równanie kontrolne w rodzaju niedawno stosowanego, że kontrola ta nie da się wogóle przeprowadzić. Zaraz to zobaczymy. (d. c n.)

Inż. T. SZENIC.

EKSPLOZJA KOTŁA PAROWEGO.

W dniu 15 marca r. b. w Łodzi w fabryce szpulek drzewnych miała miejsce eksplozja kotła parowego, służącego do ogrzewania fabryki i do suszenia drzewa.

Wypadek dotyczył kotła, który nie był zarejestrowany w Stowarzyszeniu Dozoru Kotłów, chociaż jako pracujący przy ciśnieniu do 1 *atn* podlegał dozorowi.



Rys. 1

Kocioł składał się z dwóch oddzielnych części: przedniej która uległa eksplozji i tylnej, która po wypadku pozostała cała.

Przednia część zainstalowana w początku 1936 r. składała się z połowy walczaka, wewnątrz którego przechodziła półkolista płomienica.

Część ta była zbudowana z blachy 4 *mm* grubości o wymiarach: szerokość u dołu 1000 *mm* długość 750 *mm*, wysokość 700 *mm* palenisko o szerokości 800 *mm*, długość 750 *mm* i wysokość 400 *mm*.

Wszystkie łączenia blach były wykonane za pomocą spawów acetylenowych „w styk"; spawy wykonane przez nieudolnego spawacza były nader liche, w niektórych miejscach widać, że spaw miał zaledwie 1 *mm* grubości.

Tylna część kotła nabyta na składzie starego żelaza z części wykonanych prawdopodobnia w poważniejszej fabryce, składa się z walczaka ∅ 400 *mm*, długości 1170 *mm*, niewiadomej grubości; walczak był prawdopodobnie wykonany z rury ciągnionej bez szwu z denkami prawdopodobnie zakuwanymi. Na dole walczaka przechodzą 3 płomieniówki ∅ 75 *mm*. Na tym walczaku był osadzony zbiornik pary analogicznie wykonany jak walczak ∅ 220 *mm*, długości 800 *mm*; połączony z walczakiem za pomocą 2 rur 1¼". Od zbiornika pary szła rura parowa ∅ 1 1/2".

Obie części kotła były ustawione poziomo jedna za drugą i były obmurowane; palenie strużynami pozostałymi od fabrykacji szpulek drzewnych odbywało się na ruszcie w palenisku przedniej części, gazy spalinowe szły przez płomieniówki i pod walczakiem tylnej części uchodząc następnie do komina.

Obie części kotła w parowych przestrzeniach były połączone za pomocy rurki 1" na tej rurce była pionowa odnoga 1" na której był ustawiony zawór bezpieczeństwa ciężarowo drążkowy, który według słów obsługującego kocioł działał przy ciśnieniu 1 *atn.*

Tylna część kotła posiadała szkło wodowskazowe, natomiast przednia część kotła miała tylko jeden kurek próbny, zainstalowany na poziomie szczytu paleniska.

Na tylnej części kotła ustawiony był manometr o podziałce do 3 *atn.* (manometru na miejscu nie znaleziono); zasilanie wodą za pomocą połączonych rur do dolnych części obu części kotła odbywało się bądź to z wodociągu od zbiornika ustawionego na strychu III piętrowej kamienicy, w podwórzu której znajdowała się fabryka (około 15 *m* od poziomu kotła, bądź to za pomocą ręcznej pompki (kondensaty z ogrzewania i suszarni).

Według słów kierownika fabryki i obsługującego kocioł, kocioł pracował przy ciśnieniu 1/2 do 1 *atn.*

Pojemność wodna kotła około 200 litrów, powierzchnia ogrzewalna około 2 m^2.

Kocioł był ustawiony na podwórzu fabryki bez kotłowni, jedynie pod lekkim przykryciem z dykty.

Przyczyną eksplozji było nadmierne ciśnienie (powyżej 1 *atn)*, jednak sądząc z charakteru uszkodzenia nie musiało ono być dużo wyższe; pierwotnym powodem mogła być deformacja paleniska wskutek zbyt niskiego poziomu wody; deformacja mogła naruszyć względnie rozerwać i tak słabe szwy stykowe połączeń kotła.

Jak już wyżej zaznaczono obserwacja poziomu wody w przedniej części kotła przy jednym tylko kranie próbnym była wręcz niemożliwa.

Wybuch rozerwał przednią część kotła i oderwał ją od łączących z tylną częścią przewodów parowych i wodnych.

Górna blacha przedniej części kotła wraz z denkami oderwana od dolnej blachy paleniskowej jest nieznacznie zdeformowana, natomiast dolna blacha paleniskowa jest silnie zdeformowana i przegięta w odwrotnym kierunku.

Obie blachy rozerwanej części kotła po wypadku leżały niedaleko miejsca ustawienia kotła.

Obmurowanie kotła przy wybuchu uległo rozwaleniu; kawałki cegieł z obmurowania były rozrzucone po całym podwórzu fabryki i sąsiednim ogródku; niektóre kawałki cegły powybijały dziury w drzwiach i drewnianych komórkach przeciwległych do miejsca ustawienia kotła.

Na murach fabryki widać również w paru miejscach silne uderzenia od kawałków rozlatujących się cegieł obmurowania.

Szczęśliwemu więc tylko zbiegowi okoliczności, że w moment wypadku nikogo nie było na podwórzu fabryki (obsługujący kocioł też odszedł od kotła i zajął się inną pracą w fabryce) zawdzięczać należy, że wypadek nie pociągnął za sobą ofiar ludzkich.

Ten wypadek jak i szereg poprzednich nasuwa myśl, że w obowiązującym ustawodawstwie kotłowym jest pewna luka, tycząca kotłów stojących na granicy podlegania dozorowi. Jedynym zdaje się rozwiązaniem tej sprawy byłby dodatek do przepisów kotłowych, że wolne od dozoru są kotły pracujące przy ciśnieniu do 0,5 *atn* pod warunkiem uprzedniego zbadania całej instalacji niskoprężnej przez upoważnionego rzeczoznawcę, któremu winny być złożone odpowiednie szkice instalacji, przy czym najmniejsze nawet przeróbki po zatwierdzeniu danej instalacji są niedopuszczalne. Dopóki ta luka nie zostanie usunięta, wypadki z kotłami, pomyślanemi zasadniczo jako pracujące na ciśnienie do 0,5 *atn*, a faktycznie pracującymi na wyższe ciśnienie będą na porządku dziennym.

WYBUCH KOTŁA DO PAROWANIA KARTOFLI.

W dniu 6 kwietnia r. b. w majątku ziemskim, położonym w woj. Łódzkim nastąpił wybuch kotła służącego do parowania kartofli na potrzeby inwentarza majątku, rezultatem którego była śmierć palacza.

Kocioł był zainstalowany bez pozwolenia Władz i nie był zarejestrowany w Stowarzyszeniu Dozoru Kotłów.

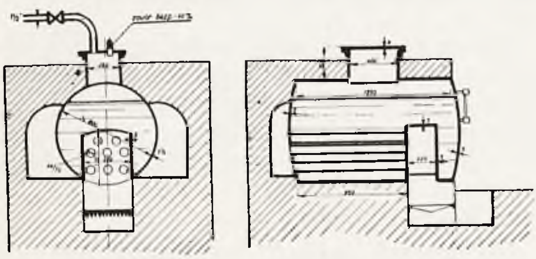
Kocioł został zbudowany przed paru laty przez właściciela majątku, mającego jakby większe techniczne zamiłowania niż rolnicze, przy pomocy miejscowego kowala i zamieszkałego w sąsiedztwie spawacza.

Kocioł (patrz rys. 1.) składał się z walczaka średnicy 800 *mm*, długości 1250 *mm* z blachy 3½ *mm* grubości i był podłużnie znitowany jednorzędowo w narzutkę o podziałce $t = 50$ *mm* i otworach nitowych $d = 10$ *mm*, przy czym zewnętrzna krawędź

nitowania była obszwejsowana w płomieniu acetylenowym.

Denka nieznacznie wypukłe z blachy grubości 5 *mm* były przypojone acetylenem na kant do zewnętrznej strony do walczaka.

W dolnej części walczaka mieściła się wewnętrzna komora ogniowa o wymiarach długości 220 *mm*, szerokości 390 *mm* i wysokości 400 *mm* z blachy 5 *mm* grubości, przy czym wszystkie połączenia blach wykonane w styk przy pomocy spawu acetylenowego. Wewnętrzna ścianka komory ogniowej była połączona z tylnym denkiem za pomocą 8 płomieniówek średn. 64/70 *mm* i długości 930 *mm* przypojonych obustronnie za pomocą spawu acetylenowego.



Rys. 1

Na górnej części walczaka ustawiony był eliptycznej formy zbiornik pary 280/400 *mm*, wysokości 220 *mm* też przypojony do walczaka, który u góry miał kątownik do którego za pomocą 12 śrub 3/8" przykręcona była pokrywa z blachy 8 *mm* grubości.

Powierzchnia ogrzewalna kotła stanowiła około 3,5 m^2 i pojemność wodna 380 *litrów*.

Kocioł był uzbrojony w manometr o podziałce do 1 *atn*, z kreską czerwoną na 0,5 *atn*, jedno szkło wodowskazowe i jeden kurek próbny, zainstalowany mniej więcej na poziomie najniższego stanu wody.

Do pokrywy zbiornika pary były przykręcone: 1½" rura z ręcznym zaworem na niej dla odbioru pary i korek średnicy 40 *mm*, w którym znajdował się sprężynowy zawór bezpieczeństwa.

Zasilanie kotła wodą odbywało się przez ten korek po wykręceniu go w czasie postoju kotła.

Kocioł był obmurowany w ten sposób, że gazy spalinowe po przejściu płomieniówek omywały jeden bok kotła, następnie przechodziły na drugi bok kotła, uchodząc do komina o przekroju 300 × 300 *mm*, wysokości 3 *m*.

Zasadniczo kocioł był pomyślany, jako niskoprężny, pracujący przy ciśnieniu do 0,5 *atn*, więc pod warunkiem zainstalowania wymaganej przez przepisy kotłowe rury ochronnej, nie dopuszczającej wzrostu ciśnienia ponad 0,5 *atn* był by wolny od dozoru.

Wobec braku tej rury ochronnej, a zwłaszcza wobec tego, że kotłem pracowano przy ciśnieniu do 1 *atn* kocioł podlegał dozorowi, aczkolwiek w razie zgłoszenia pod dozór dla swej konstrukcji i wykonania nie mógłby być dopuszczony do pracy jako kocioł pracujący przy ciśnieniu ponad 0,5 *atn*.

W dniu wybuchu obsługujący kocioł palacz napalił pod kotłem przy zamkniętym zaworze parowym i poszedł do kuźni, gdzie bawił dłuższy czas przygotowując jakąś sprężynkę, przy czym jak się okazało zawór bezpieczeństwa, który zresztą niewiadomo jak był nastawiony, obwiązał drutem.

Wreszcie zorjentowawszy się, że zbyt długo nie był przy kotle, palacz szybko pobiegł do kotłowni, w której się mieścił kocioł i wkrótce potem usłyszano detonację od wybuchu kotła i ujrzano wydobywające się kłęby pary.

Gdy znajdujący się w kuźni ludzie podbiegli do kotłowni zobaczyli w kłębach pary wyrwane od wybuchu na spawie przednie denko kotła i zabitego i poparzonego palacza.

Oczywiście, że w chwili wybuchu ciśnienie w kotle, przy zamkniętym zaworze parowym i nieczynnym zaworze bezpieczeństwa, mogło dojść i do paru atmosfer; ciśnienia to wysadziło najsłabszą konstrukcyjnie część — przypojone w styk przednie denko kotła.

Według otrzymanych informacji szybkość parowania kartofli tego rodzaju kociołkiem wzbudziła zazdrość sąsiadów — okolicznych ziemian, którzy też zainstalowali analogiczne kociołki, zamiast zwykle używanych w rolnictwie otwartych parników. Należy więc przestrzec ziemian korzystających z tego rodzaju instalacji, by zwrócili się do Stowarzyszenia Dozoru Kotłów o zbadanie tych instalacji i przeprowadzenie poprawek, nie dopuszczających wzrostu ciśnienia ponad 0,5 *atn* t. j. zwalniających takie instalacje urzędowego dozoru.

T. S.

ŚMIERTELNY WYPADEK PALACZA PRZY CZYSZCZENIU KOTŁA.

Zakład przemysłowy posiada 2 kotły dwupłomienicowe, ustawione w oddzielnych kotłowniach. Kotły te pracują na zmianę i oddają parę do maszyny parowej.

Aby zwiększyć zarobek palaczy, zakład oddawał palaczom czyszczenie kotłów za cenę ugodzoną ryczałtem. Roboty te wykonywali palacze w godzinach wolnych od obowiązkowych zajęć.

W poniedziałek krytyczny miano przystą-

pić do czyszczenia kotła, odstawionego w sobotę w kotłowni „A“. Po rozpaleniu drugiego kotła w sąsiedniej kotłowni „B“, zwolniony z pracy nocnej palacz wszedł do kotła odstawionego w kotłowni „A“, nie badając, ani zamknięcia zaworu odcinającego parę, ani założenia przepisanej zaślepki. O rozpoczęciu czyszczenia kotła odstawionego, nie był też zawiadomiony maszynista.

Około godz. 7,30 rano, puszczono parę z kotłowni „B“ do maszyny parowej. Przypadkiem wtedy przechodził koło kotłowni „A“ robotnik i zobaczył, że wychodzi z niej para. Po zajrzeniu do kotłowni usłyszał krzyk z kotła. Pobiegł zaraz do kotłowni „B“ z kotłem pod parą i krzyknął, aby parę zamknięto, „bo w kotłowni „A“ pełno pary, a w kotle ktoś krzyczy“.

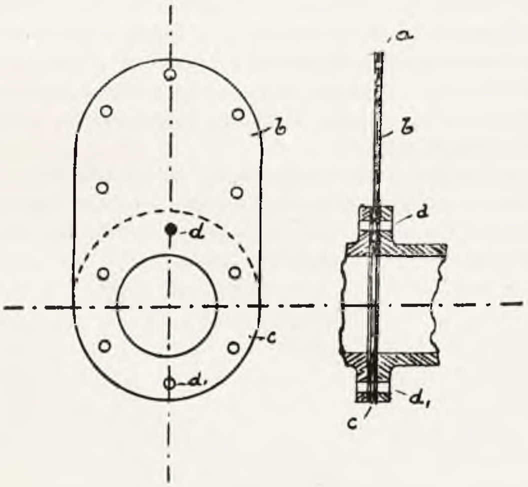
Po zamknięciu pary, palacz obsługujący kocioł pod parą, wszedł do kotła, odstawionego i podniósł poparzonego palacza do kołpaka, polecając innemu robotnikowi ciągnąć poparzonego za ręce przez właz w kołpaku. Przy wyciąganiu wyślizgnęły się ręce poparzonego z rąk robotnika. Dopiero za drugim chwytem wyciągnięto poparzonego i przewieziono do szpitala, gdzie tegoż dnia zmarł w wielkich męczarniach.

Powodem śmiertelnego wypadku było w pierwszym rzędzie nieprzestrzeganie obowiązującego przepisu wywieszonego w kotłowniach, w myśl którego „przed wejściem do kotła, należy oddzielić go od sąsiednich czynnych, przez wyjęcie części łączących dla pary i wody, lub założenie ślepych krążków“, oraz to, że zawór parowy nie był domknięty. Także brak stożkowych końcówek płomienic przy tylnym dnie uniemożliwił poparzonemu ucieczkę z kotła dolnym włazem.

K. G.

ZASTOSOWANIE STAŁYCH ZAŚLEPEK.

W praktyce spotyka się często kotły przeznaczone do czyszczenia bez zabezpieczenia ich zaślepkami, przepisanymi przez M. P. i H. (w przepisach wywieszonych w każdej kotłowni). Okazuje się, że powodem tego są przeważnie trudności, jakie palacze napotykają



Rys. 1

przy rozkręcaniu połączeń kołnierzowych między króćcem, a zaworem parowym, oraz wyszukanie odpowiedniej blachy i wycięcie z niej zaślepki. Także z zakładaniem zaślepek połączona jest często konieczność wymiany za krótkich śrub po założeniu zaślepek, które to śruby po wyjęciu zaślepek trzeba znowu zastępować dawnymi śrubami. Często także zaślepki nie są widoczne i usuwają się z pod kontroli, wobec czego przy uruchamianiu kotłów zapomina się o wyjęciu zaślepek. Zaradzić temu można przez zastosowanie stałych zaślepek, składających się z dwu krążków w jednej całości, jak to poniżej widać na szkicu.

Proponowana zaślepka stała „a“, powinna być wykonana z grubszej blachy, aby nie uległa uszkodzeniom. Grubość blachy zależnie od wielkości przelotu może wynosić 3 — 5 *mm*. Zaślepka ta składa się z dwu krążków „b“ i „c“, o wspólnym otworze na śrubę „d“, około której krążki te obracać można po wyjęciu śrub pozostałych. Zależnie od usytuowania parociągu krążek można tak założyć, że albo będzie mógł być obracany około śruby „d“, jak na rysunku, albo też około dolnej śruby „d1“. Krążek „b“ jest pełny i stanowi właściwą zaślepkę, drugi „c“ ma otwór równy przelotowi pary. Zawsze wystaje z kołnierza jeden krążek, albo krążek z przelotowym otworem, gdy przewód parowy jest zaślepiony, albo krążek pełny, gdy przelot pary jest otwarty. Zaletą takiego urządzenia jest z daleka widoczna kontrola zaślepienia, względnie otwarcia przewodu, łatwość zaślepienia bez potrzeby przygotowywania zaślepek, oraz odpada potrzeba zmian śrub, bo w wielu wypadkach korpusy zaworów parowych ograniczają długość śrub używanych na ich złączach kołnierzowych. W paru zakładach jest to już w użyciu dla kotłów parowych do 14 *atn* prężności roboczej.

K. G.

PRZEGLĄD WYDAWNICTW.

1. M. ten Bosch, Dipl. Ing. Prof. Die Wärmeübertragung. Dritte neu bearbeitete Auflage. Berlin. J. Springer. 1936.

Książka zawiera 270 stron tekstu, 144 wykresy i szkice oraz 41 tabele liczbowe. Na osobnych wkładkach dołączono ponadto 5 wykresów służących do obliczeń graficznych.

Treść wydawnictwa stanowią zagadnienia przenoszenia energii cieplnej, ujęte w trzech podstawowych grupach.

W części pierwszej omawiane są zjawiska promieniowania ciepła, w drugiej — przewodności cieplnej i w trzeciej — przejmowania ciepła. Czwarta część zajmuje się przenikaniem ciepła przez ścianki aparatów cieplnych oraz omówieniem ogólnych zasad dotyczących budowy takich aparatów. W części piątej zostały dodatkowo zebrane dane liczbowe, dotyczące używanych w technice cieplnej czynników i materiałów.

W podziale materiału, w porównaniu z wydaniem drugim, zaszły dość znaczne zmiany. Przede wszystkim nowe wydanie jest o 30 stron krótsze, co świadczy o dążeniu autora do starannego doboru materiału i zwięzłego opracowania tematu, a tym samym do ułatwienia czytelnikowi korzystania z książki. Dział promieniowania cieplnego został nowym wydaniu znacznie rozszerzony. Jest to wyrazem dążenia do coraz dokładniejszego uwzględniania zjawisk promieniowania przy konstruowaniu i obliczaniu aparatów cieplnych.

Promieniowanie ciepła odgrywa wydatną rolę w działaniu tych aparatów.

Pobieżne traktowanie tych zjawisk w ogólnym bilansie wymiany cieplnej może być wytłumaczone jedynie niechęcią technika do zbyt skomplikowanych obliczeń.

Dlatego też zaznajomienie szerszego ogółu techników cieplnych z zagadnieniem promieniowania ciepła, dokonane w sposób jasny i przejrzysty jest bardzo pożądane. Część druga pracy poświęcona przewodności cieplnej została nieco skrócona, co zostało osiągnięte przez dalszy staranny dobór materiału i treściwe jego ujęcie. Poza tym do działu tego włączone zostały wydzielone poprzednio w osobne rozdziały zagadnienia nieustalonego przepływu ciepła i ogrzewania elektrycznego.

Materiał zawarty w części trzeciej książki, poświęconej przejmowaniu ciepła nie uległ zasadniczo większym zmianom, został jednak dość gruntownie przegrupowany dla nadania większej spoistości i lepszej kolejności w układzie materiału. Poza tym szerzej omówiona i zastosowana została zasada podobieństwa przepływu ciepła i materii, co pozwoliło osiągnąć ściślejsze sprzężenie zjawisk przenoszenia ciepła ze zjawiskami ruchu ciepła; wzorom nadano przy tym większą uniwersalność, ułatwiającą zastosowanie ich w poszczególnych wypadkach praktycznych.

Autor zwięźle ujmuje poruszane zagadnienia. Praca o ogólnym teoretycznym charakterze, dzięki umiejętnemu zastosowaniu wzorów wynikających z uogólniających praw i zależności odpowiada w szerokim zakresie potrzebom praktyki.

Przy stosunkowo niewielkiej objętości książki zawiera ona materiał, dostateczny dla całkowitego rozwiązywania najróżnorodniejszych zagadnień technicznych z zakresu ruchu energii cieplnej.

Książka ten Boscha stanowi bardzo cenną pomoc dla technika cieplnego, dbającego o wszechstronne i dokładne rozwiązywanie zagadnień technicznych, bez uciekania się do pomocy czysto empirycznych przepisów o niejednokrotnie bardzo wątpliwej wartości; wymaga ona jednak umiejętności w posługiwaniu się przesłankami teorytycznymi przy rozwiązywaniu różnorodnych zadań praktycznych. Pomocnym pod tym względem jest podany przez autora szereg konkretnych przykładów obliczeniowych.

Inż. R. Dobrowolski.

2. Archiv für Wärmewirtschaft und Dampfkesselwesen. Miesięcznik poświęcony gospodarce energetycznej. Organ centrali gospodarki cieplnej i komisji palenisk przy Radzie Węglowej Rzeszy Wydawnictwo Związku Inżynierów Niemieckich (VDI—Verlag, G. m. b. H. Berlin N. W. 7). Rocznik 1936 r., 348 stron i 550 rysunków.

Pismo dostarcza inżynierom przemysłowym ruchu i inżynierom cieplnym opracowanych w formie przystępnej referatów, dotyczących praktycznych badań technicznych, daje przegląd nowości konstrukcyjnych i ruchowych oraz informuje o publikacjach z dziedziny techniki cieplnej.

W każdym zeszycie (o układzie dwu lub trzykolumnowym) po szeregu indywidualnych artykułów znajdujemy działy dotyczące działalności ośrodków i organizacyj energetycznych, krótkich opisów gospodarczych i informacyj, wzmianek z dziedziny ruchu przemysłowego oraz z dziedziny zastosowań elektryczności ropy i gazu.

Przegląd treści rocznika ułatwia szczegółowy spis rzeczy, ujmujący zawartość rocznika w ośmiu grupach następujących: 1) Tematy ogólne (technika cieplna, mechanika, wytrzymałość materiałów), 2) Paliwa i środki napędowe (źródła i własności), 3) Technika cieplna i siłowa (materiały fabrykacyjne i metody wytwórcze), 4) Ruch instalacyj cieplnych i siłowych (materiały ruchowe i miernictwo), 5) Gospodarka cieplna i energetyczna (siła, ciepło, prąd elektryczny, gaz i ropa), 6) Piśmiennictwo (oceny i bibliografia), 7) Wiadomości i informacje (sprawy zawodowe, aktualia, wiadomości o działalności ośrodków cieplnych, personalia, sprawozdania i wiadomości gospodarcze), 8) Karty pracy i ruchu (kotły i turbiny parowe, silniki spalinowe).

Według powyższych ośmiu grup podany będzie poniżej przegląd treści rocznika, z uwzględnieniem w pierwszej linii tematów interesujących czytelników Techniki Cieplnej.

1. Tematy ogólne. Dział ten traktuje poszczególne procesy i zjawiska cieplne ze strony teoretycznej, obejmuje mechanikę cieplną, przewodnictwo cieplne, wytrzymałość części składowych urządzeń cieplnych, jak opłomek, przewodów parowych, zwłaszcza w nowoczesnych kotłowniach wysokoprężnych. Kilka artykułów poświęcono opisowi badań laboratoryjnych maszyn

cieplnych przeprowadzonych w zakładach wyższych szkół technicznych, praktycznych badań palenisk kotłowych oraz wogóle doświadczalnictwu cieplnemu. Rozważane są procesy palenia, odparowalność, omawiana jest mechanika cieplna pary wodnej, przewodnictwo cieplne przez ściany opromieniowane i ciemne.

Nie pominięto sprawy nowszych nośników ciepła zamiast wody w kotłach, stosowanych przeważnie w Ameryce, a więc rtęci i materiałów organicznych. Wyróżnił się z nich zwłaszcza w przemyśle chemicznym t. zw. Dowtherm A. Jest to eutektyczna mieszanina złożona z 75% tlenku dwufenylu i z 25% dwufenylu, pomysłu firmy Dow Chemical Co. Lepkość mieszaniny Dowtherm przy 100° C jest prawie taka sama jak wody przy temperaturze 20°. Jednak jedna z najważniejszych cech nośnika ciepła — przewodnictwo Dowtherm'u—jest znacznie mniejsze niż wody.

Dział 2-gi: „Paliwa i środki napędowe" zajmuje się węglem brunatnym, gazem, drewnem, koksem, głównie zaś węglem kamiennym oraz paliwami pędnymi naturalnymi i syntetycznymi. Omawiane są brykiety i koks kawałkowy z węgla brunatnego. Rozważane jest znaczenie gospodarcze węgla kamiennego. Gospodarka węglowa własna zestawiana jest z gospodarką Francji, Italii i całego świata. Zwrócono uwagę na marnotrawstwo cennych gatunków węgla, jak np. węgli tłustych w Nadrenii, oraz na sposoby przeciwdziałania temu przede wszystkim drogą zestawiania obliczonych zasobów złóż z corocznym wydobyciem przy rozważaniu właściwego przeznaczenia, co przydałoby się bardzo i w gospodarce węglowej w Polsce.

Płynne paliwa napędowe rozpatrywane są stale ze stanowiska samowystarczalności państwa. Gdy podczas wojny produkcja krajowa pokrywała 50% zapotrzebowania, po wojnie wobec wzrostu popytu, pokrycie zmalało do 22,3% w r. 1930, lecz po tym znowu zwiększyło się do 32% w r. 1934, pomimo wzrostu motoryzacji. Zwiększa się stale zapotrzebowanie na olej gazowy i dieslowy (w r. 1935 ponad 50%). Benzol do r. 1910 uważany był za odpadek. Obecnie 75% produkcji benzolu zużywa się do napędu.

Spirytus (alkohol etylowy) na zasadzie ustawy z dnia 15.IV.1930 stanowi obowiązkową 10% domieszkę do płynów napędnych. Pomimo, że wartość opałowa spirytusu wynosi zaledwie od 5 700 do 6 300 *kcal*, a więc o 40% mniej od benzyny, cena jego wynosi 50 *RM* za 100 *ltr* i przewyższa cenę benzyny.

Ilość benzyny otrzymywana drogą dystylacji i rozpadu (krakowania) z ropy i smoły nie wystarcza; istnieje produkcja benzyny syntetycznej przez uwodornianie węgla.

Za surowiec wyjściowy dla wodoru służy koks z węgla kamiennego i wytworzony z niego gaz wodny. Przy ustalonym wzajemnym stosunku ilościowym wodoru i uwodornianego surowca (węgla kamiennego i brunatnego, smoły) cena tych składników decyduje o rentowności uwodorniania.

Produkcja benzyny syntetycznej metodą Fischer'a i Tropsch'a opiera się również na wodorze i tlenku węgla. Koszt zatem produkcji tych składników decyduje o koszcie własnym benzyny syntetycznej i innych płynnych węglowodorów. Koszt wytwarzania wodoru i tlenku węgla z węgla brunatnego daje metodzie Fischer'a przewagę nad uwodornianiem węgla.

Omówiona została w dalszym ciągu produkcja benzyny syntetycznej metodą polimeryzacyjną z węglowodorów nienasyconych (olefinowych), w które obfitują np. gazy dystylacyjne i rozpadowe. Metoda ta — po za Ameryką — nie znalazła jeszcze szerszego zastosowania.

Znane są pomyślne wyniki prób prowadzenia silników spalinowych na gazie świetlnym, dostarczanym przez gazownie jak np. w Hannowerze, gdzie w ten sposób zaopatrywany jest w paliwo tabor miejski. (str. 168). Omawiana jest możliwość zastąpienia w Niemczech płynnych paliw napędowych importowanych przez krajowe lekkie i ciężkie paliwa, produkowane głównie z węgla brunatnego (str. 291). Zużycie paliwa dieslowego wyniosło w Niemczech w 1935 r. 750 000 *t* i wzrasta w dalszym ciągu. Przemysłowe badania tych paliw na stanowisku zastępowane są przez dostatecznie miarodajne a prostsze i tańsze próby w laboratoriach chemicznych (str. 222). Za najodpowiedniejsze paliwo dla silników Diesla uznano frakcje ropy i smoły dystylujące w granicach 280° do 340°*C*. Pismo informuje o wynikach w upłynnianiu węgla nie tylko w Niemczech, lecz i w innych krajach jak np. w Anglii i Japonii.

3. Technika cieplna i siłowa. W dziale tym omawiane są kotły parowe, silniki parowe i spalinowe oraz urządzenia techniczne siłowni parowych, generatory gazowe, piece piekarskie, wreszcie materiały do budowy powyższych obiektów. W dziedzinie kotłów parowych Archiv daje przegląd ich budowy za 10-cio lecie (1925 — 1935) według typów i powierzchni ogrzewalnych. Zakup kotłów w kraju — wyrażony w m^2 pow. ogrz. — od 1927 r. (100%) bardzo zmalał, spadając w typach o dużej pojemności wodnej do 7,1% a w kotłach opłomkowych do 11%, podnosząc się w r. 1935 do 92,8% i 70,7; zmalał popyt na ruszty na węgiel brunatny, wzrósł natomiast na spalinowe podgrzewacze wody. Zaznaczył się również wzrost zamówień na kotły specjalne, a więc w 1935 r. zbudowano 6 kotłów syst. Schmidt'a, 5 — Benson'a i 1 — La Mont'a. Maleje budowa kotłów z opłomkami pochyłymi, wzrasta natomiast ilość kotłów stromorurkowych. Ciśnienie pary leży w granicach pomiędzy 5 a 130 *atn* Największa ilość kotłów pracuje pod ciśnieniem od 13 do 23 *atn* i od 31 do 39 *atn*. Zaznacza się jednak ogólna tendencja spadkowa w budowie kotłów i to z kilku powodów. A więc przedsiębiorstwa przechodzą do napędu elektrycznego i silnikami Diesla; jednostkowa odparowalność pow. ogrzewalnej od czasu wojny wzrosła trzykrotnie; rozwija się koncentracja siłowni składających się z coraz większych jednostek. Wytwórnie kotłów parowych zatrudnione są w 60%. Maleje również i eksport kotłów; decydującą rolę gra przy tym cena dumpingowa (bardzo niska), gdyż zalety konstrukcyjne kotłów niemieckich przestały odgrywać poważniejszą rolę w konkurencji światowej. Zresztą ruch koncentracyjny w siłowniach parowych zaznacza się i w innych krajach, które dotąd importowały kotły z Niemiec. Wywóz kotłów wyniósł w r. 1932 — 21 972,4 *t* wartości 19 mio *RM*, w r. 1933 —

3 387,4 *t*, w r. 1934 — 4 661,5 *t*, w r. 1935 — 4 022 *t* za 2,5 mio *RM* (str. 229).

W Niemczech brak dotychczas ogólnie obowiązujących norm budowy kotłów parowych; nabywcy kotłów stawiają żądania nieraz mało różniące się wzajemnie, a jednak powodujące drożyznę budowy; zapoczątkowano próby ustalenia norm dla wielkości podstawowych jak ciśnienie pary, temperatura, wydajność. Pismo rejestruje i popiera ten zwrot dążący do potanienia produkcji kotłów (str. 65). Z nowych typów kotłów wysokoprężnych szerzej potraktowany jest kocioł Benson'a (str. 208), rosyjski Ramzin'a (str. 235) i amerykańskie (str. 230). Wobec coraz szerszego stosowania spawania w robotach kotlarskich zarysowuje się precyzowanie przepisów dla kotłów spawanych. Projekt takich przepisów złożyła władzom grupa „Schweissen" (Spawanie) (str. 253). Pismo rejestruje zmiany w przepisach kotłowych (str. 305) i podaje wytrzymałość dla starych „szwajsowych" blach kotłowych (str. 306).

Kilka artykułów traktuje o paleniskach i ich częściach, a więc o sklepieniach (str. 158), o badaniach palenisk (str. 239), co do rozmieszczenia temperatur, procesu spalania, prądów wtórnego powietrza. Pytanie, co lepsze: czy wtórne powietrze, czy para, czy zwrotny prąd spalin dla najlepszego wymieszania gazów w palenisku, pozostaje otwartym. Cenny jest wykaz piśmiennictwa tej dziedziny (str. 266). Rozpatrywana jest korzystna wysokość podgrzewu powietrza; rozważania te zakończone są wnioskiem, że korzystniejszy jest podgrzewacz wody zasilającej, niż podgrzewacz powietrza (str. 301). Z artykułów o przewodach parowych interesujące jest stosowanie spawania dla pary wysokoprężnej na tle techniki kotlarskiej w Ameryce str. 318).

na cele siłowe i grzejne. Siłownia pracująca pod ciśnieniem 70 *atn* pary obejmuje dwa kotły po 500 m^2 syst. Löffler'a z trzema walczakami. Najwyższa produkcja pary wynosi 25 *t/g*, największe natężenie rusztu — 840 000 *kcal/m²/g*. Podgrzewacz 1 350 m^2 podgrzewa wodę z 98 do 190 — 200°*C*; przegrzewacz 320 m^2 zbudowany z rur ze stali chromowo-molibdenowej daje przegrzew części pary do 450°. Woda zasilająca jest w 90% chemicznie oczyszczana. Turbina dwuczłonowa: 1) 3 380 *kW* — wysokiego ciśnienia (z odbiorem pary 15 i 6 *atn*), i 2) 2 460 *kW* — niskiego ciśnienia (od 14 *atn* do 0). Siłownia papierni przebudowana z ciśnienia 10 — 18 *atn* na 35 *atn* z zamianą maszyny parowej na turbinę przeciwprężną (str. 173) Pismo zaznajamia czytelników z wielkimi siłowniami parowymi w Ameryce, jak Richmond (str. 31) i z ich liniami rozwojowymi (str. 317).

Silnikom spalinowym poświęcono miejsca nie wiele; obszerniejszy artykuł daje przegląd stanu budowy tych silników w Niemczech (str. 133); zaznacza się tu zwłaszcza w silnikach stałych, wzrost ilości obrotów i mocy pod naciskiem potrzeby przechodzenia z zagranicznych paliw napędowych (głównie dieslowych) do krajowych (gaz ssany). Rozpatrywane są tu motory na pył węglowy i gaz drzewny.

4. Ruch w instalacjach cieplnych i siłowych. Dział ten podaje wyniki działania poszczególnych instalacyj i ich części składowych, a więc kotła opromieniowanego Graafen'a (str. 16, współczynnik sprawności 88,7%), kotła Humboldt'a z samoczynną regulacją (str. 194 — pomimo dużych wahań odbioru ciśnienie pary utrzymywało się między 19,5 a 20,3 *atn*), kotła Schmidt'a — str. 322). Ostatnio wymieniony — jedyny z pośród specjalnych z naturalną cyrkulacją wody — dostarcza bardzo czystej pary nadzwyczaj cennej

TABLICA I.

Typ	Ilość kotłów			Produkcja pary *t/g*			Najw. ciśnienie i odnośna produkcja pary
	Stał.	Okręt.	Lokomobil	K. stałe	K. okrętowe	Lokomobile	
Benson	15	9	—	668	224	—	180 *atn* 100—125 *t/g*
La Mont	190 [1])	74	2	1 530 [2])	2 490	8,2	110 *atn* 23 *t/g*
Löffler	22	1	1	1 360	23	7	130 *atn* 160 *t/g*
Sulzer	14	1	—	340	20	—	110 *atn* 70 *t/g*
Schmidt	23	2	5	864	12,5	45,5	117 *atn* 60 *t/g*
Velox	1	1	1	900	35	12	80 *atn* 46,5 *t/g* 50 *atn* 35 *t/g*

Obszerniejsze artykuły poświęcone są opisowi całkowitych siłowni parowych jak w fabryce mydła „Schicht" w Aussig o dużym zapotrzebowaniu pary

[1]) w tym 76 samoczynnych, 77 dodatkowych i 37 kotłów w gazach odl.

[2]) samoczynne 1 000 *t/g*, dodatkowe — 450 *t/g* i w gazach odlotowych — 80 *t/g*.

w zakładach chemicznych przy bezpośrednim traktowaniu parą przetworów fabrycznych. Kotły te z łatwością mogą być przeciążane o 15%.

W dniu 1 sierpnia 1936 r. w ruchu i w budowie znajdowały się podane w Tabl. 1 ilości kotłów specjalnych:

Pomniejsze artykuły omawiają środki zapobiegawcze i wskazówki praktyczne co do czyszczenia

wody zasilającej, oraz czyszczenia i wewnętrznego smarowania kotłów (str. 184, 282, 297). Materiały do smarowania kotłów dzielone są na trzy grupy: do 1-szej, największej należą wysokowrzące frakcje dystylacji smoły z węgla kamiennego w stanie czystym, lub ulepszone przez dodanie grafitu, bituminów lub żywicy. Grupa 2-ga obejmuje produkty dystylacji smoły z węgla brunatnego i ropy, również czyste i z uszlachetniającą domieszką. W grupie 3-ej mieszczą się wszystkie pozostałe materiały do smarowania wnętrza kotła. Są tu zawiesiny tlenków metali w smole drzewnej, olejach lnianym i innych roślinnych, następnie różne grafitowe mieszaniny z wodą lub mineralnymi bądź roślinnymi olejami. Mieszaniny te muszą jednak zawierać i stabilizatory emulsji, w przeciwnym razie mieszanina prędko się rozwarstwia. Zdolność schnięcia i przywierania powłoki do ścianek wzrasta przez dodanie sikkatywów i innych związków (str 297). Specjalny artykuł poświęcony jest środkom zapobiegawczym od eksplozji w podgrzewaczach, którą wywołać mogą bądź od strony gazów bądź od strony wody wady w konstrukcji, materiałach i obsłudze. Porównywane są pod tym względem wyniki badań podgrzewaczy z rur gładkich i żebrowych. Ze względu na swe solidne usztywnienia i wysokiej jakości materiały, podgrzewacze z rur żebrowych są znacznie odporniejsze na błędy w obsłudze od gładkich, przy tym, dzięki małej pojemności wodnej, szybko osiągana jest temperatura pary nasyconej, a przy wysokiej temperaturze wody wyjściowej może nastąpić tworzenie się pary w ciągu 6 do 8 minut; tymczasem doprowadzenie wody w rurach gładkich do temperatury pary nasyconej następuje bardzo powoli (str. 259).

Obsłudze paleniska służy 10 artykułów. Dotyczą one odpopielania za pomocą przyrządów wydmuchowych z parą o zredukowanej prężności (str. 146), odpopielaczy, działających siłą odśrodkową (str. 203). Wszystkie odpopielacze działają „wybierająco" t. j. przeważnie odrywają grubsze drobiny, pozostawiając miałkie popiołki. Tymczasem winny one być dostosowane do najdrobniejszego popiołu o ziarnie ok eślanym stopniem przesiewu przez odpowiednie sito. Odpopielacz „odśrodkowy" trafnie dobrany, działa tak skutecznie, że obojętnym się staje ciężar gatunkowy drobin popiołu oraz kierunek działania—pionowy czy poziomy. Ponieważ jednak położenie poziome ułatwia obsługę, przeważają odpopielacze poziome. Omawiane są: sposoby doprowadzania do paleniska powietrza zimnego i podgrzanego (str. 227, 327), środki zapobiegawcze przeciw eksplozjom pyłu węglowego ujęte w formie przepisów (str. 292), metody analizy spalin samoczynnym przyrządem Orsata (str. 242, 263). Woda zasilająca traktowana jest wielostronnie: przygotowanie wody (str. 59), odoliwianie gorących skroplin pod ciśnieniem drogą filtracji przez węgiel aktywny (str. 88), zmiękczanie (str. 234), środki przeciw osadowi kotłowemu (str. 119).

Przygotowanie wody traktowane jest ze stanowiska inżyniera ruchu bez zbytniego zagłębienia się w chemiczne dociekania. Omawiane są zanieczyszczenia wody tworzące twardy osad i korozje, plucie, pienienie się wody w kotle i następstwa tych zjawisk; rozważane są wymagania jakim woda w wysokoprężnych kotłowniach odpowiadać powinna; rozpatrywane są zanieczyszczenia wody, grubsze, koloidalne (głównie oleje i substancje organiczne), wreszcie molekularne składniki kamienia kotłowego; omawiane są dwie grupy metody czyszczenia wody: chemiczna i cieplna, usuwanie gazów. Przeciwdziałanie tworzeniu się kamienia drogą rozpuszczania gipsu (składnika kamienia) z powstawaniem węglanu wapnia (szlamu kotłowego) za pomocą sody i siarczanów jest skuteczne do 15 *atn*. Powyżej tego ciśnienia następuje gwałtowny hydrolityczny rozpad sody, co wymagałoby stosowania bardzo dużych jej ilości. W tych warunkach Hall po raz pierwszy z dobrym skutkiem zastosował przy wysokiej temperaturze i ciśnieniu kotłowym Na_3PO_4 (fosforan sodowy), bez którego ruch wysokoprężnych kotłów byłby nie do opanowania. Interesującą jest angielska metoda przeciwdziałania tworzeniu się kamienia kotłowego, zwana Tonizator[1]) (str. 258). Polega ona na wprowadzeniu do wody w kotle retorty szklanej wypełnionej gazem neonowym i dodaniem kilku kropel rtęci. Przy ruchu obrotowym retorta zaczyna wypromieniowywać światło niebieskie, które ma jakoby nie dopuszczać do tworzenia się kamienia. Skuteczność jednak tego urządzenia nie dała się jeszcze ustalić.

Do tegoż działu włączono miernictwo traktowane dość obszernie, a więc pomiary spadku ciśnienia w przewodach rurowych (str. 101), tarcia w dalekosiężnych przewodach wody gorącej (str. 125), strat ciśnienia przy dławieniu (str. 262), strat izolacyjnych (str. 279), pomiary temperatur w piecach przemysłowych (str. 335), omiawiane są: nowości w przyrządach mierniczych, pomiary przy rentgenowaniu (str. 87 — ze wzmacniającymi ekranami), pyrometr optyczny (str. 189—z lampą wolframową, cenny w hutnictwie szklarskim, wymagającym dokładnego pomiaru temperatur).

5. Gospodarka cieplna i energetyczna. W przeciwieństwie do dwóch działów poprzednich, które traktowały kwestie tylko techniczne, niniejszy dział rozważa stronę gospodarczą produkcji i zastosowania ciepła i energii (prąd, gaz). Gospodarka parowa ujmuje korzyści pary wysokoprężnej w przemyśle włókienniczym, papierniczym, cukrowniczym i włókna sztucznego (str. 7), a nawet ustala, że najkorzystniejsze ciśnienie pary wynosi dla włókiennictwa 20 do 30 atn, dla papierni 20 do 50 atn, cukrowni — poniżej 20 atn, a w sztucznym jedwabnictwie — 20 atn; omawia korzyści płynące z przebudowy starych kotłowni (str. 178, 304), celowość siłowni wysokoprężnych.

Inny artykuł (str. 321) zestawia wyniki pracy dwóch siłowni parowych z kondensacją, zużywających jednakową ilość węgla na 20 i 100 atn. W wyniku siłownia 20 atn z parą przegrzaną do 425° C wytwarza 52 450 *kWh* użytkowych, gdy siłownia 100 atn z parą o temperaturze 500° C, przy tym samym rozchodzie węgla produkuje 65.000 *kWh* a więc o 23,8% więcej. Praktycznie biorąc, koszt inwestycyjny obu siłowni jest jednakowy, jednak siłownia 100 atn przy tej samej wydajności zaoszczędza około 20% węgla.

Szereg artykułów poświęcono gospodarce elektrycznej i ciepłu elektrycznemu nie tylko w Niemczech, lecz i w innych państwach, jak w Italii (str. 1 9),

[1]) Patrz *Technika Cieplna,* 1937, str. 59.

Anglii (str. 221), Stanach Zjedn. (str. 109 i 282), Francji (str. 315). W Niemczech rozwija się dążność do łączenia (Verbundwirtschaft) elektrowni cieplnych, zachodnio—, północno—i środkowo—niemieckich z wodnymi południowo i środkowo-niemieckimi), z zapewnieniem taniej taryfy odbiorcom drobnym, zaś odbiorcom masowym taryfy czyniącej własne elektrownie przemysłowe nierentownymi. Rozchód węgla w niemieckich elektrowniach cieplnych, sprowadzony do wspólnej jednostki węgla kamiennego od r. 1922 wzrósł z 8 375 tys. *t* do 9 341 tys. *t* w r. 1934, po przez spadek w r. 1926 i 1932. Rozchód węgla kamiennego przy tym maleje, a brunatnego wzrasta (str. 131).

Istnieją jednak przedsiębiorstwa, które posiadają nadmiar prądu, jak np. brykietownie; rozważana jest przeto wymiana prądu pomiędzy zakładami przemysłowymi (zaopatrzenie grupowe), następnie warunki dostawy prądu przez zakłady przemysłowe do sieci publicznej, lecz i odwrotnie (str. 287). Kilka artykułów rozważa zagadnienie, czy korzystać z prądu własnego, czy też prądu elektrowni publicznych; jest to sprawą każdorazowej kalkulacji (str. 343). Co do ciepła elektrycznego rozpatrywane jest jego zastosowanie (str. 161) w rolnictwie i ogrodnictwie; t. zw. elektrowsie otrzymują ogniska elektryczne, zbiorniki wody gorącej i parniki paszy, aparaty do pasteuryzacji mleka, elektryczne kable grzejne w ogrodnictwie. W piekarniach (str. 151) i cukierniach — piece elektryczne (stalowe), masowe przygotowywanie kawy, ogrzewanie lokali rzadko uczęszczanych, jak np. kościołów, sal koncertowych, pędzenia pieców w krematoriach. W szerszym zakresie stosowane są hutnicze piece elektryczne, piece w emalierniach, przemyśle ceramicznym i t. d. (str. 82 — w 1934 r. 17 275 pieców z 435.000 *kW*). Gospodarce gazowej udzielono niewiele uwagi. Interesujące jest porównanie pieców piekarnianych gazowych z elektrycznymi (str. 151).

Głębszym rozważaniom poddany jest stosunek państwa do gospodarki energetycznej wogóle (str. 1) i elektrycznej w szczególności (str. 286). Delegacja niemiecka na III Wszechświatowej Konferencji Energetycznej w Waszyngtonie w r. 1936 propagowała tezę (str. 286) przyjętą w Niemczech a opiewającą, że zadaniem państwa jest regulować i nadzorować gospodarkę energetyczną; dostawa energii powinna być niedroga i nieprzerwalna; zakłady energetyczne państwowe mają być prowadzone na zasadach stosowanych w przedsiębiorstwach prywatnych — wszystkie zaś winny być podporządkowane dobru publicznemu. Na str. 5 omówiona została ustawa niemiecka z 13 XII 1936 r. o gospodarce energetycznej.

6. Piśmiennictwo. Dział ten informuje o nowościach nietylko książkowych, lecz i o oddzielnych dysertacjach, referatach, publikacjach handlowych. Referatom i artykułom fachowym towarzyszą w tekście liczne spisy źródeł z danej dziedziny, dzięki czemu fachowcy mają możność uzupełnienia wiedzy w swej specjalności. Na str. 266 znajdujemy np. 97 publikacyj o paleniskach kotłowych, na str. 161 — 33 publikacje o elektrocieple.

7. Wiadomości i informacje. Jest to rodzaj kroniki poświęconej życiu i działalności organizacyj i ośrodków techniki cieplnej, obejmującej więc zjazdy, konferencje, ruch cen i taryf, statystykę gospodarczą i t. p.

8. Karty pracy i ruchu. Ukazują się one jako miesięczne dodatki do pisma w postaci zeszytów i zawierają praktyczne wiadomości z techniki cieplnej i praktyczne wskazówki ruchowe, dotyczące np. uruchamiania kotłów parowych, przegrzewaczy, przyrządów do zasilania wodą i t. d. Zbiór takich wskazówek ułatwia inżynierom ruchu ich pracę. Obecnie np. znajduje się w sprzedaży teczka zawierająca 89 kart pracy wydanych w okresie od kwietnia 1932 r. do marca 1936 r. za cenę 9 *RM*.

Reasumując powyższą analizę rocznika pisma, uznać je należy za jedno z najlepszych pism niemieckich z dziedziny techniki cieplnej; bogactwo treści, różnorodność tematów, wyczerpująca bibliografia, utrzymanie artykułów na wysokim poziomie, a jednak przystępnych, o charakterze praktycznym, nie przeładowanych dociekaniami analitycznymi, podnoszą praktyczną wartość tego miesięcznika.

S. K.

Druk. „Zgoda" J. Klimczak i S-ka. Zielna 47 Tel. 619-57.